

マンホール内での渦の発生とエネルギー損失特性 (上・下流管径が異なる場合)

九州共立大学工学部 学生員 〇石橋 和久
九州共立大学工学部 曾我 茂
九州共立大学工学部 正会員 荒尾 慎司
九州共立大学工学部 正会員 栗谷 陽一
九州大学工学部 正会員 楠田 哲也

1. はじめに

近年、落差マンホールにおいて接合管渠が圧力流れとなるときのエネルギー損失特性が実験的に明らかにされてきている。従来より、マンホールの上・下流管径が同じ場合にマンホール内の水表面で流下方向に左右に分離する渦や単一方向回転渦の発生とエネルギー損失特性との関係は検討されており、マンホール水位が上流管頂よりやや高いときに損失係数は最大値を示すことが明らかにされている。本研究では、マンホールの上・下流管径が異なる場合の検討を行ったので報告する。

2. 実験装置と実験方法

実験装置の概要を図-1に示す。実験装置として、管路勾配 $I=0$ 、上流管長 $L_u=2.20\text{ m}$ 、下流管長 $L_d=1.05\text{ m}$ 、上流管径 $D_u=5\text{ cm}$ 、下流管径 $D_d=6\text{ cm}$ 、マンホール径 $D_m=18\text{ cm}$ のものを用いた。また、上・下流管の段差 S を $0, 2.5, 5.0, 10.0\text{ cm}$ の4種類、各段差毎に管路の流量を4から7種類設定した。マンホール内の水面から上流管の管頂(内径)までの深さを h とし、流量一定のもとで h が 0 cm から上流管径の6倍程度になるように下流タンク内の堰高を変化させた。本実験では、上・下流管にそれぞれ3ヶ所ずつ取り付け付けたマンノメーターによって管内の圧力水頭を測定し、その測定値と速度水頭 ($V_d^2/2g$) を加えたものからエネルギー勾配線を計算することにより、マンホール部のエネルギー損失水頭 ΔE を求め、(1)式によりエネルギー損失係数 K を算定した。

$$K = \Delta E / (V_d^2/2g) \quad (1)$$

ここに、 V_d は下流管の断面平均流速、 g は重力加速度である。

3. 実験結果と考察

段差比 (S/D_u) を $0, 0.5, 1, 2$ とした時のマンホール水深比 h/D_u とエネルギー損失係数 K との関係をそれぞれ図-2 から図-5 に示す。

①段差比が 0 (図-2) では、損失係数が最大値を示すときの h/D_u は 0.3 から 0.6 の間にある。 h/D_u が 1.5 より大きくなると、流量の増加に伴い損失係数は小さくなる傾向にある。また、 h/D_u が 2.5 から 3.5 付近で損失係数が多少増加し、さらに h/D_u が 4.0 より大きくなると損失係数はやや減少する横ばいになる。

②段差比が 0.5 (図-3) では、流量 3.03 l/s のものを除いて損失係数が最大値を示すときの h/D_u は 0.5 付近にあり、 h/D_u が 0.5 から 3.0 の間では流量により損失係数は

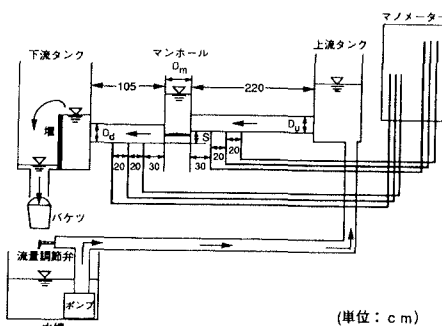


図-1 実験装置の概要

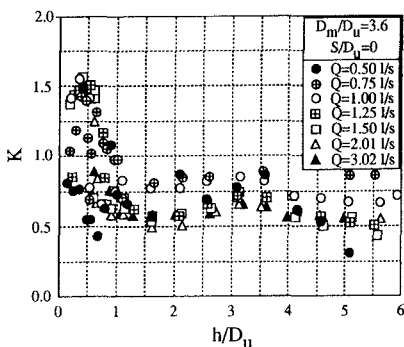


図-2 K と h/D_u の関係 ($S/D_u=0$)

かなり異なる。 h/D_u が3.0を超えると流量0.50 l/sのものを除いて損失係数は水深によつて多少変動はあるがほぼ横ばいとなる。

③段差比が1(図-4)では、損失係数が最大値を示すときの h/D_u は0.7より小さいところにある。 h/D_u が0.7を超えると、流量0.50、1.00、1.50 l/sでは、 h/D_u が1.0から1.5付近で損失係数は最小値を示し、これよりも水深が増加すると、損失係数はやや増加した後ほぼ横ばいとなる。流量2.00 l/sでは、 h/D_u が4.5付近までは水深の増加に伴い損失係数は滑らかに減少し、 h/D_u が4.5を超えると損失係数はやや増加する。

④段差比が2(図-5)では、流量0.50 l/sで損失係数が最大値を示すときの h/D_u は0付近にあり、他の流量では0.5付近にある。 h/D_u が0.5を超えると損失係数は減少し、 h/D_u が1から2の間で損失係数は最小値をとる。流量1.00、2.00 l/sでは、 h/D_u が2付近で極大値を示し、さらに、水深が増加すると損失係数はやや減少したあと横ばいとなる。流量1.50 l/sでは h/D_u が2を超えると損失係数はほぼ一定になる。

表-1 損失係数が最大値を示すときの h/D_u

S/D_u	$D_d/D_u=1.0$		$D_d/D_u=1.2$	
	$Q(l/s)$	h/D_u	$Q(l/s)$	h/D_u
0	0.48	0.61	0.50	0.42
	0.98	0.85	1.00	0.34
	1.40	0.90	1.50	0.40
	2.02	0.93	2.01	0.42
0.5	0.51	0.23	0.50	0.50
	1.01	0.60	1.00	0.52
	1.50	0.66	1.50	0.58
	2.00	1.35	1.99	0.66
1.0	0.50	0.42	0.50	0.06
	0.99	0.07	1.00	0.24
	1.52	0.84	1.50	0.32
	2.00	2.23	2.00	0.68
2.0	0.49	0.39	0.50	0.10
	1.02	0.05	1.00	0.52
	1.99	1.00	2.01	0.58

4. おわりに

マンホールの上流管と下流管の管径が異なるときのエネルギー損失特性を明らかにした。今後は、上・下流管の平面的接合角度が180度以外のものについても検討を行う予定である。

＜参考文献＞

- 1) 荒尾ら：円形マンホール部のエネルギー損失特性(圧力流れ)，平成7年度土木学会第50回年次学術講演会，pp.310-311，1995。
- 2) Lindvall G. : Head Losses at Surcharged Manholes with a Main Pipe and a 90° Lateral. Proc. 3rd Int. Conf. on Urban Storm Drainage, pp.137-146, 1984.

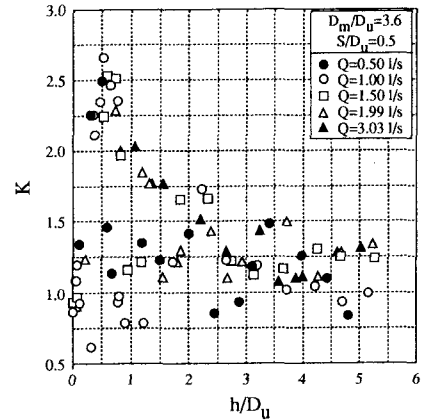


図-3 Kと h/D_u の関係 ($S/D_u=0.5$)

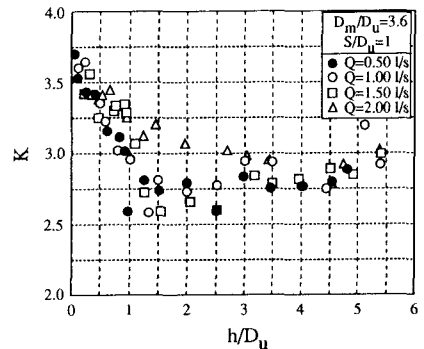


図-4 Kと h/D_u の関係 ($S/D_u=1$)

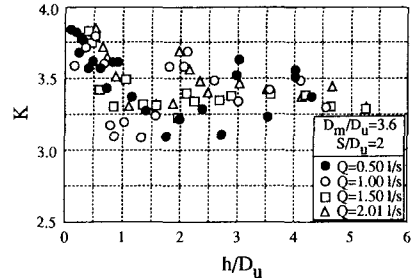


図-5 Kと h/D_u の関係 ($S/D_u=2$)